

PCT/BE 2005/0000 10

REC'D 25 FEB 2005

PO

PCT

KONINKRIJK BELGIË



Hierbij wordt verklaard dat de aangehechte stukken eensluitende weergaven zijn van bij de octrooiaanvraag gevoegde documenten zoals deze in België werden ingediend overeenkomstig de vermeldingen op het bijgaand proces-verbaal van indiening.

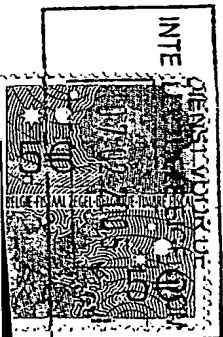
Brussel, de -7. -2- 2005

Voor de Directeur van de Dienst
voor de Industriële Eigendom

De gemachtigde Ambtenaar,

PETIT M.
Adjunct-Adviseur

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)



Bestuur Regulering en
Organisatie van de markten

Nr 2004/0102

Dienst voor de Intellectuele Eigendom

Heden, 24/02/2004 te Brussel, om 15 uur 30 minuten

is bij de DIENST VOOR DE INTELLECTUELE EIGENDOM een postzending toegekomen die een aanvraag bevat tot het verkrijgen van een uitvindingsoctrooi met betrekking tot : INRICHTING VOOR HET BEPALEN VAN DE WEG AFGELEGD DOOR EEN PERSOON TE VOET.

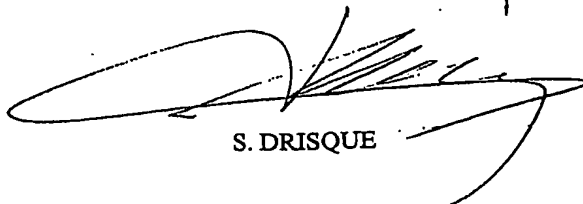
ingediend door : DONNE Eddy

handelend voor : VERHAERT NEW-PRODUCTS & SERVICES, naamloze vennootschap
Hogenakkerhoekstraat, 9
B-9150 KRUIBEKE

- ☒ erkende gemachtigde
☐ advocaat
☐ werkelijke vestiging van de aanvrager
☐ de aanvrager

De aanvraag, zoals ingediend, bevat de documenten die overeenkomstig artikel 16, § 1 van de wet van 28 maart 1984 vereist zijn tot het verkrijgen van een indieningsdatum.

De gemachtigde ambtenaar,



S. DRISQUE

Brussel, 24/02/2004

Inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet.

De huidige uitvinding heeft betrekking op een inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet, meer speciaal voor het bepalen van de afgelegde afstand en/of van de gevolgde weg.

Men kent reeds zulke inrichtingen bekend onder de benaming "Global Navigation System", bijvoorbeeld inrichtingen van het type "Gallileo", GPS en dergelijke.

Men kent ook reeds inrichtingen die gebaseerd zijn op de metingen van accelerometers die op het lichaam van de betreffende persoon zijn aangebracht en die gekoppeld zijn aan een relatief complexe randapparatuur met scanners, camera's en dergelijke.

Een nadeel van zulke bekende inrichtingen is dat zij relatief complex en duur zijn en dat zij slechts een beperkte nauwkeurig- en betrouwbaarheid bezitten.

Een ander nadeel is dat zij doorgaans een zeer omslachtige calibratieprocedure vereisen en dat zij relatief gevoelig zijn voor veranderlijke magnetische velden, waardoor ze niet overal en niet voor alle toepassingen inzetbaar zijn.

Nog een nadeel is dat zulke inrichtingen ook een belangrijke reken capaciteit vereisen, waardoor de resultaten veelal met vertraging beschikbaar zijn en zulke

inrichtingen dus niet geschikt zijn voor real time evaluaties.

Nog een ander nadeel is dat het met zulke inrichtingen niet steeds mogelijk is de richting te bepalen van de verplaatsingen van de betreffende persoon te voet.

Nog een ander nadeel is dat zulke inrichtingen vaak niet autonoom en draagbaar ingezet kunnen worden.

De huidige uitvinding heeft tot doel aan één of meer van de voornoemde en andere nadelen een oplossing te bieden.

Hiertoe betreft de uitvinding een inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet, die in hoofdzaak bestaat uit minstens drie inertiaële sensoren die op het lichaam van de persoon worden vastgehecht, respectievelijk een sensor op de romp en een sensor op elk been, en die de absolute oriëntatie meten van het betreffende lichaamsdeel waarop zij zijn bevestigd; middelen die toelaten het ogenblik te bepalen waarop de betreffende persoon een stap uitvoert; een rekeneenheid waarmee de sensoren en de voornoemde middelen zijn verbonden, welke rekeneenheid een algoritme bevat dat toelaat, uitgaande van een aantal lichaamsafmetingen van de persoon in kwestie en van de signalen afkomstig van de voornoemde sensoren, voor iedere stap minstens de stapafstand te bepalen alsook de gecumuleerde stapafstand vanaf een zeker vertrekpunt.

Uitgaande van een beperkt aantal lichaamsgegevens van de betreffende persoon te voet, zoals de lengte van de benen en de afstand tussen de heupgewrichten, is het mogelijk om op relatief eenvoudige manier, op basis van de meetgegevens van de oriëntatie van de romp en van de benen, op ieder ogenblik de onderlinge positie te bepalen van de voeten van de persoon door toepassing van een meetkundig algoritme in de rekeneenheid.

Aldus wordt het mogelijk om voor elke stap, met andere woorden telkens wanneer de persoon zich met zijn beide voeten op de grond bevindt, de stapafstand te bepalen en, door cumulatie van de opeenvolgende stapafstanden, de totaal afgelegde afstand vanaf een zeker vertrekpunt te bepalen.

Bij voorkeur is het meetkundig algoritme zodanig dat ook de staprichting bepaald kan worden, waardoor het ook mogelijk wordt het traject te bepalen dat door de persoon werd afgelegd vanaf het voornoemde vertrekpunt.

De inertiaële sensoren worden bij voorkeur op het lichaam van de persoon aangebracht door middel van een strak passend kledingstuk, bijvoorbeeld in de vorm van een broek of dergelijke, waarop de sensoren zijn vastgemaakt, op die wijze dat zij onbeweeglijk, of nagenoeg onbeweeglijk, zijn ten opzichte van de romp of van de benen.

Zulke sensoren hebben het voordeel dat zij relatief klein zijn en de gebruiker bijgevolg nauwelijks hinderen in zijn bewegingen en bovendien dat de meetresultaten veel minder

gevoelig zijn aan schommelingen in het magnetisch veld, waardoor de bekomen resultaten veel nauwkeuriger en betrouwbaarder zijn dan de bekende systemen.

De inrichting wordt bij voorkeur uitgerust met een draagbare elektrische voeding voor de sensoren en voor de rekeneenheid, waardoor de inrichting autonoom ingezet kan worden zonder bijkomende perifere toestellen.

Met het inzicht de kenmerken van de uitvinding beter aan te tonen, zijn hierna, als voorbeeld zonder enig beperkend karakter, enkele voorkeurdragende uitvoeringsvormen beschreven van een inrichting volgens de uitvinding, met verwijzing naar de bijgaande tekeningen, waarin:

figuur 1 schematisch een persoon te voet voorstelt die is uitgerust met een inrichting volgens de uitvinding;
figuur 2 een blokdiagram weergeeft van een sensor die in figuur 1 is aangeduid door pijl F2;
figuur 3 de weg weergeeft die door de persoon te voet is afgelegd;
figuur 4 een blokschema weergeeft van een Kalman filter, zoals toegepast in de inrichting van figuur 1;
figuur 5 een variante weergeeft van figuur 1.

In figuur 1 is een persoon 1 weergegeven die is uitgerust met een inrichting 2 volgens de uitvinding.

De inrichting 1 bestaat in het weergegeven voorbeeld uit een kledingstuk 3 in de vorm van een broek of dergelijke die strak aansluit op het lichaam van de persoon 1 en

waarop vijf kleine lichtgewicht sensoren 4 zijn aangebracht, meer speciaal zogenaamde inertieële sensoren waarvan één sensor 4 op de romp is bevestigd, bijvoorbeeld door middel van een gordel 5, terwijl de andere sensoren 4 zijn vastgemaakt ter plaatse van de benen, meer bepaald van de bovenbenen en van de onderbenen.

De textielstof waaruit het kledingstuk 3 gemaakt is, heeft bij voorkeur als kenmerk goed wasbaar en goed zweetdoorlatend te zijn, een comfortabel gevoel te geven bij het dragen ervan, een goed contact te geven met het lichaam, zodat de sensoren 4 tijdens het bewegen van de persoon 1 niet verschuiven op het lichaam, en bovendien, door de rekbaarheid van de stof, geen belemmering vormen voor de bewegingen van de persoon.

Elk van de voornoemde sensoren 4 is gevormd door een behuizing 6 waarin, zoals weergegeven in figuur 2, een aantal micro-sensorelementen zijn ondergebracht, namelijk drie gyroscopen 7 die de absolute hoeksnelheid meten volgens drie onderlinge richtingen die bij voorkeur loodrecht op elkaar staan; twee of in dit geval drie magnetometers 8 die het aardmagnetisme opmeten en samen een elektronisch kompas vormen voor het meten van het azimut van de sensor 4, meer bepaald van het azimut van een vast referentie-assenstelsel van de sensor 4; en ten slotte twee accelerometers 9 die de versnelling van de sensor 4 volgens de voornoemde drie loodrechte richtingen meet en die samen een elektronische waterpas vormen voor het meten van de inclinatie en de rolpositie van de sensor 4, meer bepaald van de inclinatie en rolpositie van het voornoemde vaste

referentie-assenstelsel van de sensor 4.

Andere mogelijke uitvoeringen van sensoren 4 zijn niet uitgesloten. Zo kunnen bijvoorbeeld ook twee twee-assige magnetometers en twee twee-assige accelerometers worden gebruikt. Hetgeen van belang is, is dat de magnetometers en accelerometers metingen toelaten volgens drie richtingen die niet in hetzelfde vlak liggen, bijvoorbeeld volgens drie orthogonale richtingen, bijvoorbeeld een verticale richting en twee loodrechte horizontale richtingen.

De uitgangssignalen van de voornoemde micro-sensorelementen 7-8-9 worden, eventueel na versterking door een versterker 10 en na omzetting in een analoge-digitale convertor 11, verbonden met een microprocessor 12 die in dit geval een databuffer vormt voor de meetgegevens van de betreffende sensor 4 en waarvan het uitgangssignaal, zoals verder uitgelegd zal worden, een maat is voor de absolute oriëntatie van het lichaamsdeel waarop de betreffende sensor 4 is bevestigd, met name de romp en de boven- en onderbenen. De absolute oriëntatie wordt bijvoorbeeld bepaald door het azimut, de inclinatie en de rolpositie van de sensor 4.

Het voornoemde uitgangssignaal wordt, al dan niet via een stekkerverbinding 13, door een kabel 14 verbonden met een rekeneenheid 15 die door de persoon 1 wordt gedragen bijvoorbeeld aan de gordel 5.

De rekeneenheid 15 en de sensoren 4 worden gevoed door een batterij 16 of enig andere vorm van voeding, zoals

zonnecellen of dergelijke die bij voorkeur draagbaar is.

De rekeneenheid is voorzien van een eerste algoritme dat toelaat om, uitgaande van, enerzijds, de signalen van de sensoren 4, en, anderzijds, de lichaamsafmetingen van de persoon in kwestie, meer speciaal de lengte van de boven- en onderbenen en de afstand tussen de heupgewrichten, op ieder ogenblik de positie te berekenen van de voeten van de persoon, en dit door middel van een meetkundige vectorberekening die in het bereik ligt van een iedere vakman en die hier dan ook niet verder in detail wordt behandeld.

Verder bevat de rekeneenheid een tweede algoritme dat toelaat, op basis van de signalen van de versnellingen van de accelerometers 9 van de sensoren 4, te bepalen wanneer de persoon 1 met zijn voeten contact maakt met de grond, waaruit het ogenblik kan worden afgeleid waarop de persoon een stap heeft gezet wanneer hij met zijn beide voeten de grond raakt. Ook dit tweede algoritme ligt in het bereik van de vakman.

De werking van de inrichting 2 volgens de uitvinding is als volgt.

Wanneer de persoon 1 zich te voet verplaatst, ontvangt de rekeneenheid opeenvolgend met een bepaalde frequentie de gegevens van de sensoren 4.

Op basis van deze gegevens wordt door middel van het tweede algoritme het ogenblik bepaald waarop de persoon 1, na het

nemen van een stap, zijn voet op de grond zet.

Op dat ogenblik wordt door het tweede algoritme de positie bepaald van de voeten van de persoon 1, waaruit de stapafstand L , evenals de staprichting van de persoon 1 bepaald kan worden

Zoals wordt afgebeeld in figuur 3, kan door opeenvolgende berekeningen van de stapafstand L en de staprichting van elke stap, op eenvoudige manier door cumulatie van de berekeningsresultaten, de totale stapafstand ($L_1+L_2+L_3+\dots$) vanaf een bepaald vertrekpunt A evenals het gevolgde traject ABCDE, berekend worden.

Dit laat toe aan de persoon in kwestie zijn positie op ieder ogenblik te kennen en de afstand die hij reeds heeft afgelegd.

De resultaten van de berekening kunnen bijvoorbeeld worden gevisualiseerd op een scherm van de rekeneenheid.

De rekeneenheid maakt gebruik van de afmetingen van de benen van de persoon 1 en van de afstand tussen de heupgewrichten.

Deze afmetingen kunnen worden gemeten op de betreffende persoon 1 en vervolgens via een klavier of dergelijke in de rekeneenheid ingevoerd worden.

Een andere mogelijkheid om deze gegevens in te brengen, is door het calibreren van de inrichting.

Om de lengte van de bovenbenen en de afstand van de heupgewrichten te bepalen, zal bijvoorbeeld de betreffende persoon 1 met zijn knieën op de grond gaan zitten, met zijn knieën op een bepaalde afstand van elkaar, waarna, na uitlezing van de signalen van de sensoren 4 voor deze positie, de gewenste afmetingen berekend kunnen worden door een omgekeerde berekening met het eerste algoritme.

De lengte van de onderbenen kan vervolgens worden bepaald door bijvoorbeeld een stap uit te voeren met een gekende stapafstand L en door vervolgens, uitgaande van de metingen van de sensoren 4, een omgekeerde berekening uit te voeren met het eerste algoritme.

Zulke calibratie is dus zeer eenvoudig en vereist geen speciale bijkomende apparatuur zoals dit vaak het geval is bij de bekende inrichtingen.

Zoals blijkt uit hetgeen voorafgaat, bekomt men van elke sensor 4 een signaal van de absolute oriëntatie van de betreffende sensor 4, gekenmerkt door een azimut, een inclinatie en een rolpositie en dit op de volgende manier.

Gyroscopen 7 zijn over het algemeen zeer geschikt voor het meten van oriëntatieveranderingen, ook tijdens (relatief) snelle bewegingen. De uitgangssignalen van de gyroscopen 7 zijn zoals bekend evenredig met de hoeksnelheid waarmee zij zich bewegen. Door dit uitgangssignaal wiskundig te integreren in de tijd, bekomt men een absolute oriëntatie hoekpositie van de betreffende gyroscoop 7 en dus ook van

de sensor 4 waarin deze geïntegreerd is.

Uit de praktijk blijkt dat door integratie van het uitgangssignaal van een gyroscoop er steeds een toenemende afwijking ontstaat die genoegzaam bekend is als de zogenaamde drift van een gyroscoop 7.

Om de voornoemde drift te elimineren, wordt door de microprocessor 12 of door de rekeneenheid 15 de absolute oriëntatie die wordt bekomen uitgaande van de signalen van de gyroscopen 7 vergeleken met de absolute oriëntatie die bepaald wordt door de signalen van de voornoemde magnetometers 8 en van de accelerometers 9 en wordt uitgaande van deze vergelijking de nodige correctie toegepast.

Het corrigeren van de voornoemde drift van elke sensor 4 gebeurt softwarematig door toepassing van een filter van het zogeheten Kalman-type.

De werking van een dergelijke Kalman-filter wordt geïllustreerd aan de hand van het blokschema van figuur 4.

De signalen afkomstig van de gyroscopen 7 worden door een bepaald, en op zichzelf bekend, softwarealgoritme 17 geëvalueerd, en omgerekend tot een best geschatte waarde 18 van de absolute oriëntatie van de sensor 4, gekenmerkt door een azimut, een inclinatie en een rolpositie. Deze best geschatte waarde 18 wordt vervolgens vergeleken met de waarde 19 van de absolute oriëntatie van de sensor 4, gekenmerkt door het azimut, inclinatie en rolpositie

gemeten door de magnetometers 8 en de accelerometers 7, hetgeen aanleiding geeft tot een correctiesignaal 20 voor het corrigeren van de drift.

Dit correctiesignaal 20 wordt vervolgens afgetrokken van het signaal 21 gemeten door de gyroscopen 7, één en ander zodanig dat na correctie een signaal 22 bekomen wordt dat, na integratie door een integratiesoftware 23, een correcte waarde 24 oplevert van de absolute oriëntatie van de betreffende sensor 4 die dan verder gebruikt wordt door het eerste algoritme voor de berekening van de voornoemde stapafstanden en staprichtingen.

In figuur 5 wordt een variante weergegeven van een inrichting volgens de uitvinding zoals hiervoor beschreven, waarbij in dit geval de inrichting is uitgebreid met de volgende elementen :

- een positioneersysteem 25 dat gekoppeld is aan de voornoemde rekeneenheid 15, bijvoorbeeld in de vorm van een GPS-systeem;
- middelen 26 voor het tot stand brengen van een draadloze verbinding met een extern communicatienetwerk;
- een aansluiting 27 voor de verbinding met een externe computer of PC 28.

Door combinatie van de signalen van het positioneersysteem 25 en van de berekeningsresultaten van de rekeneenheid 15 bekomt men een zeer performant systeem voor het bepalen van de positie van de persoon 1, waarbij deze berekeningsresultaten als het ware een aanvulling vormen

voor de gegevens afkomstig van het positioneersysteem, waardoor de positie van de persoon 1 met een grotere nauwkeurigheid en betrouwbaarheid bepaald kan worden.

Dankzij de draadloze verbinding kan de positie van de persoon 1 draadloos via een communicatienetwerk worden getransfereerd naar een externe ontvanger, zodat de bewegingen van de persoon op afstand gevolgd kunnen worden.

Door de aansluiting 27 kunnen de gegevens van de rekeneenheid 15 via een externe computer 28 worden uitgelezen. Voor een verdere evaluatie of verwerking van deze gegevens kunnen de algoritmes geladen en ge-updated worden en kunnen de gegevens van de gebruikers worden ingebracht.

Alhoewel in het voornoemde voorbeeld de inrichting 2 is voorzien van vijf sensoren 4, is het niet uitgesloten dat slechts gebruik wordt gemaakt van drie sensoren 4, namelijk één op de romp en één op elk been, meer speciaal één op elk bovenbeen of één op elk onderbeen.

Het tweede algoritme dat toelaat het ogenblik te bepalen waarop de persoon 1 een stap uitvoert, kan ook worden vervangen door andere middelen die toelaten te bepalen wanneer de persoon na het nemen van een stap zijn voet op de grond zet, bijvoorbeeld door druksensoren die zijn ingewerkt in de zolen van de persoon 1 en die in verbinding staan met de rekeneenheid 15.

Het is duidelijk dat de voornoemde inrichting ook gebruikt

kan worden op dieren, op robots of dergelijke, bijvoorbeeld teneinde de bewegingen ervan te kunnen volgen.

De huidige uitvinding is geenszins beperkt tot de als voorbeeld beschreven en in de figuren weergegeven uitvoeringsvormen, doch een inrichting volgens de uitvinding kan in allerlei vormen en afmetingen worden verwezenlijkt zonder buiten het kader van de uitvinding te treden.

Conclusies.

1.- Inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet, daardoor gekenmerkt dat zij in hoofdzaak bestaat uit minstens drie inertiaële sensoren (4) die op het lichaam van de persoon (1) worden vastgehecht, respectievelijk een sensor (4) op de romp en een sensor (4) op elk been, en die de absolute oriëntatie meten van het betreffende lichaamsdeel waarop zij zijn bevestigd; middelen die toelaten het ogenblik te bepalen waarop de betreffende persoon (1) een stap uitvoert; een rekeneenheid (15) waarmee de sensoren (4) en de voornoemde middelen zijn verbonden, welke rekeneenheid (15) een eerste algoritme bevat dat toelaat, uitgaande van een aantal lichaamsafmetingen van de persoon in kwestie en van signalen afkomstig van de voornoemde sensoren (4), voor iedere stap minstens de stapafstand (L), alsook de gecumuleerde stapafstand vanaf een zeker vertrekpunt te bepalen.

2.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat het voornoemd algoritme tevens toelaat de staprichting van elke stap te bepalen, evenals het traject dat door de persoon (1) werd afgelegd vanaf het voornoemd vertrekpunt.

3.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat de op de benen aangebrachte inertiaële sensoren (4) zijn aangebracht op de bovenbenen.

4.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat de op de benen aangebrachte inertieële sensoren (4) zijn aangebracht op de onderbenen.

5.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij is voorzien van inertieële sensoren (4), zowel op de bovenbenen, als op de onderbenen.

6.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij één of meer kledingstukken (3) bevat die nauw aansluiten op de romp en op de benen van de betreffende persoon (1) en waarop de voornoemde inertieële sensoren (4) vast zijn gemaakt.

7.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij is voorzien van een elektrische voeding (16) voor de sensoren (4) en voor de rekeneenheid (15), welke voeding (16) door de persoon meegedragen kan worden.

8.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat de inertieële sensoren (4) zijn opgebouwd uit twee of meer gyroscopen (7) die volgens onderlinge richtingen georiënteerd zijn en uit één of meer magnetometers (8) en één of meer accelerometers (9).

9.- Inrichting volgens conclusie 8, daardoor gekenmerkt dat in elk van de sensoren (4) een voornoemde microprocessor (12) is geïntegreerd.

10.- Inrichting volgens conclusie 9, daardoor gekenmerkt dat een softwarefilter is voorzien van het type Kalman voor

het corrigeren van de drift van de voornoemde gyroscopen (7) door vergelijking van de signalen van de gyroscopen (7), met de signalen van de magnetometers (8) en accelerometers (9).

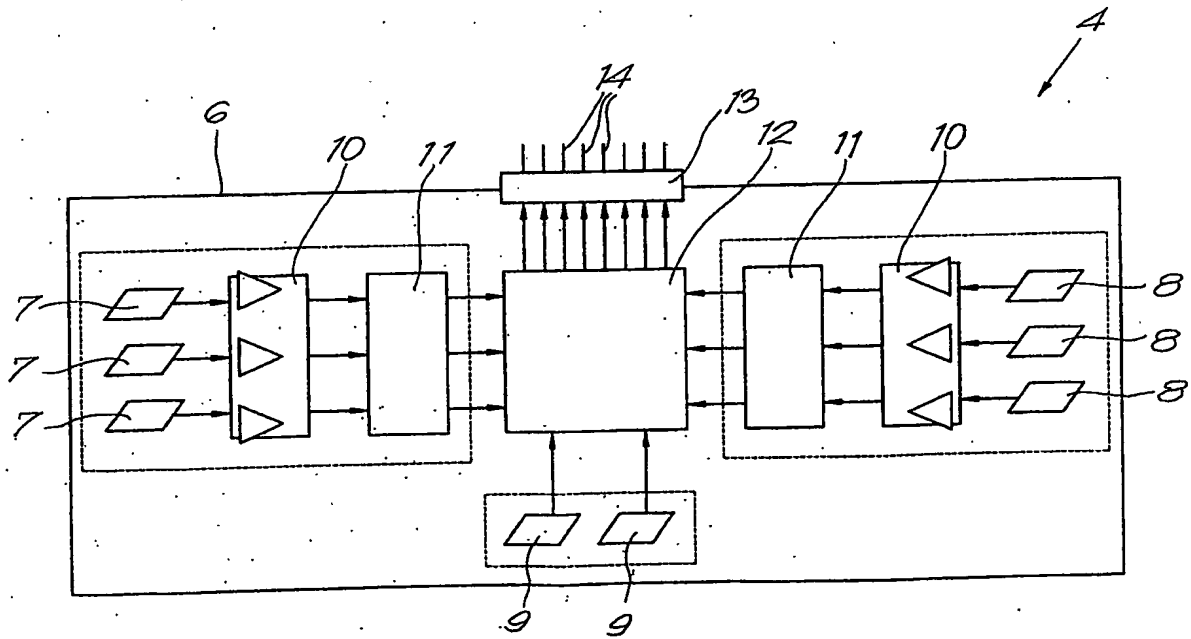
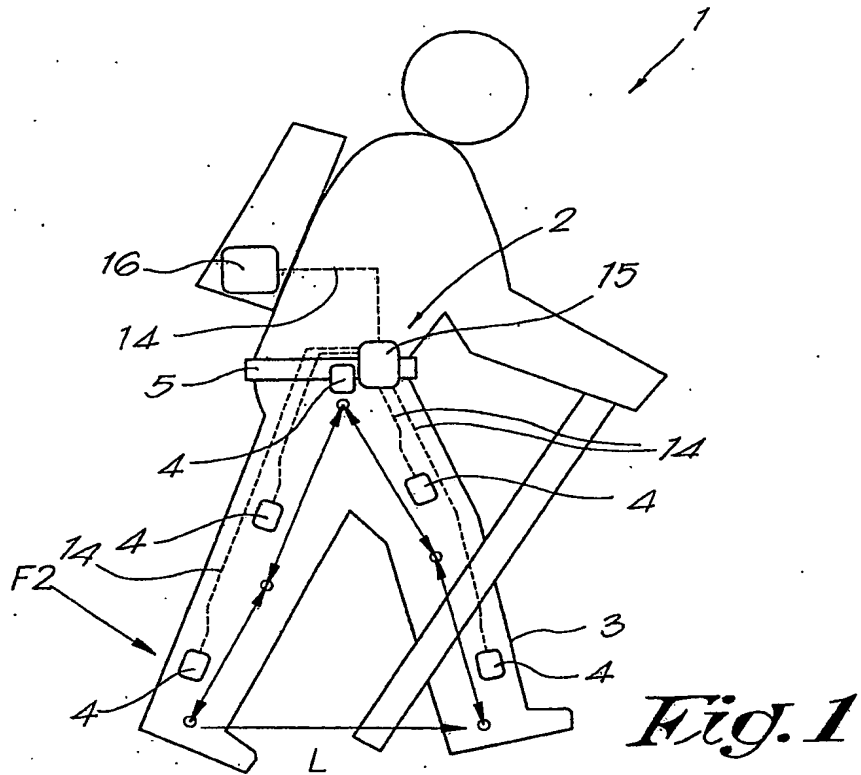
11.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat de middelen, die toelaten het ogenblik te bepalen waarop de betreffende persoon (1) een stap uitvoert, gevormd wordt door een tweede algoritme in de rekeneenheid (15) dat toelaat om, uitgaande van de signalen van de accelerometers (9) van de inertieële sensoren (4) te bepalen wanneer de betreffende persoon (1) zich met zijn beide voeten op de grond bevindt.

12.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij een positioneersysteem (25) bevat dat gekoppeld is aan de voornoemde rekeneenheid (15).

13.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij middelen (26) bevat voor het tot stand brengen van een draadloze verbinding met een communicatienetwerk.

14.- Inrichting volgens conclusie 1, daardoor gekenmerkt dat zij voorzien is van een aansluiting (27) voor de verbinding met een computer.

17



Inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet.

Inrichting voor het bepalen van de weg afgelegd door een persoon te voet, daardoor gekenmerkt dat zij in hoofdzaak bestaat uit minstens drie inertiaële sensoren (4) die op het lichaam van de persoon (1) worden vastgehecht, respectievelijk een sensor (4) op de romp en een sensor (4) op elk been, en die de absolute oriëntatie meten van het betreffende lichaamsdeel waarop zij zijn bevestigd; middelen die toelaten het ogenblik te bepalen waarop de betreffende persoon (1) een stap uitvoert; een rekeneenheid (15) waarmee de sensoren (4) en de voornoemde middelen zijn verbonden, welke rekeneenheid (15) een eerste algoritme bevat dat toelaat, uitgaande van een aantal lichaamsafmetingen van de persoon in kwestie en van signalen afkomstig van de voornoemde sensoren (4), voor iedere stap minstens de stapafstand (L), alsook de gecumuleerde stapafstand vanaf een zeker vertrekpunt te bepalen.

Figuur 1.